

1. Bei der Endlagerung werden mittelaktive, unter anderem als beton- oder bitumenfixierte Konzentrate, in Fässern verpackte, radioaktive Abfälle mit Spezialfahrzeugen in die Endlagerstätte transportiert. Der Fahrer eines solchen Fahrzeugs sitzt 2,5 m von der Ladefläche entfernt und erhält beim Transport eines Fasses eine Energiedosisleistung von $2,5 \cdot 10^{-4}$ Gy/h.
 - a) Wie groß ist die entsprechende Äquivalenzdosisleistung, wenn die Strahlung nur aus β^- und γ -Strahlung besteht?
 - b) Wieviele Stunden pro Tag darf der Fahrer Fässer transportieren (1 Fass pro Fahrt), wenn er im Jahr 320 Tage arbeitet und die (Ganzkörper-) Äquivalenzdosis für beruflich strahlenexponierte Personen in einem Jahr 0,05 Sv nicht übersteigen darf?
 - c) Wieviel Minuten könnte er pro Tag länger arbeiten, wenn sein Abstand zur Ladefläche 3,5m beträgt?
 - d) Wäre es für den Fahrer günstiger, wenn er nur die Hälfte der in Teilaufgabe b berechneten Zeit arbeiten würde, dafür aber 2 Fässer auf einmal transportierte?
2. Castorbehälter
Die Strahlenschutzbestimmungen begrenzen die Strahlung eines Castorbehälters auf eine Ortsdosisleistung von 100 $\mu\text{Sv/h}$ in 2 m Abstand und von 250 $\mu\text{Sv/h}$ an der Oberfläche der Behälter. Umgekehrt verlangen die Strahlenschutzbedingungen höchstens eine zusätzliche Strahlenbelastung von 1,0 mSv pro Jahr. [3]
 - a) Wie lange darf sich ein Polizist theoretisch in 2m Abstand eines Transportbehälters aufhalten?
 - b) Wie lange darf er sich direkt am Behälter aufhalten?
 - c) Welchen Prozentsatz macht der Anteil der α -Strahlung in der biologischen Belastung des Organismus aus, wenn die Hälfte der Strahlung aus schnellen Neutronen und die andere Hälfte aus α -Strahlung besteht? (Gehen Sie zur Vereinfachung davon aus, dass die Dosisleistung proportional zum Anteil der Strahlung ist)
3. Forschungslabor
In einem Forschungslabor wird eine Dosisleistung von 20 $\mu\text{Sv/h}$ gemessen. Dabei handelt es sich um ein Experiment mit Neutronenstrahlung. Nach wie vielen Stunden muss ein Forscher das Labor verlassen, wenn die Äquivalentdosis maximal ein mSv betragen darf.
4. Mittlere Lebensdauer
Für die mittlere Lebensdauer eines Kerns gilt $\tau = 1/\lambda$ (λ ist die Zerfallskonstante).
 - a) Zeigen Sie, dass die Tangente in $(0; N(0))$ an den Graphen der Funktion $N(t) = N(0) \cdot e^{-\lambda \cdot t}$ die t-Achse im Punkt $t_0 = 1/\lambda$ schneidet. Verwenden Sie dieses Ergebnis zu einer anschaulichen Deutung der mittleren Lebensdauer.
 - b) Leiten Sie eine Beziehung zwischen der Halbwertszeit und der mittleren Lebensdauer her.
5. Mößbauer-Effekt
Baut man $\text{Zn}67$ -Kerne in ein gut gekühltes Kristallgitter ein, so absorbieren im Grundzustand befindliche $\text{Zn}67$ -Kerne die von angeregten $\text{Zn}67$ -Kernen emittierten γ -Quanten. Diese Resonanzabsorption lässt sich bei freien $\text{Zn}67$ -Kernen nicht beobachten.
 - a) Geben Sie hierfür eine Erklärung.
 - b) Um die Resonanz bei den gekühlten Kernen zu beobachten, wird das Material mit den $\text{Zn}67$ -Kernen auf einem Wagen regelmäßig auf die γ -Quelle zu und von ihr wegbewegt. Geben Sie einen Grund für diese Bewegung an.
6. Ionisationskammer
In einer mit Luft gefüllten, hinreichend großen Ionisationskammer befindet sich ein radioaktives Präparat, das allseitig α -Teilchen der einheitlichen kinetischen Energie 4,7 MeV emittiert. Man misst die Sättigungsstromstärke $I_s = 0,49$ nA.
 - a) Berechnen Sie unter der Annahme, dass die Luftmoleküle in der Kammer einfach ionisiert werden (Ionisationsenergie $E_{\text{ion}} = 32,5$ eV) die Zahl ΔN der pro Sekunde vom Präparat emittierten α -Teilchen, wenn ein α -Teilchen im Schnitt 10000 Ionen verursacht.
 - b) Welche Rolle spielt die Größe der Ionisationskammer für die Genauigkeit der Messung von ΔN ?
 - c) Warum wird die Ionisationskammer bei dieser Messung im Sättigungsbereich betrieben?
7. Zählrohreigenschaften
 - a) Was versteht man unter Totzeit eines Auslösezählrohrs? Welche Vorgänge im Zählrohr sind dafür verantwortlich?
 - b) Gehen Sie von einem Zählrohr mit dem Innendurchmesser 1cm aus und berechnen Sie die maximale Zeit, die ein einwertiges Argon-Ion bei einer Beschleunigungsspannung von 500V von innen nach außen brauchen würde (Zusatzannahme: das Feld sei homogen!).
 - c) Spekulieren Sie, warum die tatsächlichen Totzeiten wesentlich länger sind (Schulgeräte ~ 1 ms)